

んど全長にわたり毛割れが発生し、また網状炭化物が析出しているが、1.0% C, 0.8% Cr-W 鋼は焼入能強きため全面網状炭化物の析出が不明瞭で、したがって全く毛割れが生じない。

(c) 亜共析鋼の 0.45% C, Cr-W 工具鋼は 1.0% C, 1.5% Cr 軸受鋼と焼入能ほぼ同一にかかわらず毛割れが発生しない。

(3) 1.0% C, 1.5% Cr 軸受鋼を 1100°C×10h 水素処理後 (試料は角 50×1150mm)

(a) 常温まで空冷

(b) (a) 試料を 850°C 油焼入, 600°C 焼戻

(c) (b) 試料を更に 1100°C×3h 加熱後空冷

(d) (a) 試料を 900°C×1h 焼準後 770°C 球状化

(e) (d) 試料を 850°C 油焼入 600°C 焼戻

の熱処理を施して破面を調査すると、(a), (c) には白点は見出し難く、(b), (d), (e) には粒白点が明瞭に見られた。水素処理後、空冷時に析出した Acm 炭化物に生じている “Acm micro-cracks” は、試料をそのまま破断すると粗いパーライト粒界破断の極く一小部分にすぎないので、白点としてこれを検出することができない。これを 1100°C 以下の低温再加熱を行うと、結晶粒はこまかくなり、“Acm micro-cracks” を素因とする破断面はもとの粗いパーライト粒界破断面のため、これが粒白点としてあらわれてくることになる。したがって (a), (c) には白点として見られず (b), (d), (e) には粒白点として見られるのである。

(4) 水素処理を施して水素量 5.0~6.0cc/100gr になった試料でも硝酸、過硫酸アンモン等の発生機の水素を生じないマクロ腐蝕法では何等マクロ面に毛割れを認めないが、塩酸、硫酸等の発生機の水素を生ずる腐蝕法では多数の毛割れが生ずる。即ち、発生機の水素が鋼中に浸入し、“Acm micro-cracks” を拡大して、マクロ的毛割れを起すにいたると考えられる。

(5) 如上の実験研究の結果によつて、高炭素鋼に現われる白点的欠陥の諸現象について、従来究明されなかつた点もこれを網状炭化物中に生ずる超微少毛割れである “Acm micro-cracks” が素因となつて生ずるものであると結論することによつて解明し得るのである。

#### 文 献

- 1) J. H. Andrew, J. Lee, A. K. Mallik, and A. G. Quarell: Journal Iron and Steel Inst. (1946) 153, No. 1, pp. 67~113
- 2) A. W. Dana, Jr., F. J. Shortsleeve, and A. R. Troiano: Journal of Metals. (1955)

August pp. 895~905

## (19) 鋼塊用鑄型材質の研究

(高温熔解・接種について)

(Influence of High-Temperature Melting and Inoculation on the Properties and Life of Ingot Moulds)

Yoshio Hashimoto, et alii

日本鋼管株式会社技術部研究所

堀川一男・橋本嘉夫・河瀬真一

### I. 緒 言

鋼塊用鑄型の材質は戦後の原料事情の不良な時期にくらべて大いに改善され、昨今の鑄型原単位は著しい低下を示しているが、更に低下させることが要望されている。鑄鉄の材質が高温熔解や接種により向上することは定説になつてはいるが、黒鉛飽和度の高い鑄型用鑄鉄の場合にも効果があれば、これにより更に原単位の低下が望めるわけである。現在当社で使用している大形鑄型は黒鉛飽和度 1.0 前後の共晶組成附近のものであるが、このような材質について高温熔解、接種処理を行つた 6t 鋼塊用鑄型を試作して、処理しない普通のものとの鑄型の材質および寿命の比較を行つた。

### II. 試作鑄型および試験片

試作鑄型の目標成分は 3.8~4.0% TC., 1.3~1.6% Si, 0.5~0.8% Mn, <0.5% P, <0.06% Sとし、高温熔解では 1520°C の出湯温度を目標とし、接種では、Ca-Si 3~3.5 kg/t (Si 量として約 0.2%) を種で或いは鋼移しにより添加した。Table 1 は試験鑄型の製造記録の概要を示したものである。

K. L. 社で高温熔解、K. N. P. 社で接種の試験を行つた。試作本数は各 3 本とした。6t 鋼塊用 K60D は川崎製鉄所平炉工場、K 68-2 は同転炉工場で一般鑄型と同一条件で使用した。

同一取鍋より乾燥砂型に試験片を鑄込み、鑄込温度は本体と同一にするようにつとめた。試験片は抗折試験 30 mmφ×350 mm, 精密引張試験 35 mmφ×400 mm, 組織および硬度試験 120φ×200 mm とし、同時に 120 mmφ 試片より引張試験片を採取した。なお同一配合の普通操業のものから同様な試片を採取して比較を行つた。

### III. 試験結果および考察

Table 1. Manufacturing conditions of ingot moulds.

Test	Mark	Maker	Moulds		Cupola			Metal charged (%)				Pouring temp. °C	Remarks
			Type	Weight kg	Cap. t/h	Coke ratio %	Tap. temp. °C	Foun. dry pig	Char-coal pig	Re-turn scrap	Others		
High-temp.	A	K	K60D	5,800	8	15	1,540	85	—	10	Steel sc. 5	~1,200	
	B	L	"	"	8	16	1,510	60	20	20	—	1,280 ~1,310	
Inoculation	D	K	"	"	8	13.5	1,515	85	—	10	Steel sc. 5	1,250 ~1,260	Ca-Si added at ~1,515°C~
	E	N	K68-2	4,850	7	9.5	1,420	48	20	16	O.H. pig 16	1,235 ~1,245	"
	E	P	"	"	6	10	1,420	70	10	20	—	1,250 ~1,270	1,285~1,315°C " 1,330~1,340°C

1. 試験片の調査結果

(1) 化学成分: 高温溶解では Si 歩留りの向上によるキッシュグラハイトの発生が懸念されたが、実際には Si の歩留り向上は認められなかつた。コークス比増加による S 量の増加が目立っている。接種による Si の歩留りは非常に低いと推定されるものと (N社Eグループ), 60% に達するもの (P社Fグループ) とがあつた。黒鉛共晶度<sup>1)</sup>  $Sc = TC / (4 \cdot 23 - 0 \cdot 312 Si - 0 \cdot 33 P + 0 \cdot 066 Mn)$  は 1.0 以上のものが多い。

(2) 抗折試験: 30mmφ 鑄放し試片の結果では、抗折力、撓みとも今回の試験では向上はみとめ難い。

(3) 引張試験: 精密引張試験の結果は Fig. 1~2 に応力-伸線図で示した。熱応力に対して (応力/伸) の値が小さい程鑄型として良好だといわれているが、試験材の方がこの値は小さい傾向を示している。また厚肉 (120mmφ) 試片より切出した試料による引張試験の結果はばらつきが大きく、グラハイトの長さや基地組織に影響されている。

(4) 硬度: 120mmφ 試片の外周から中心にかけてブリネル硬度を測定した。試験材は比較材よりも一般に硬度が低かつた。なお硬度のバラツキはグラハイトの大きさに左右されている。

(5) グラハイトの形態<sup>2)</sup>: グラハイトの形状は AB 型に属し、その長さは 50 倍の視野で大部分が 12~50 mm であつたが、小形グラハイトと大形グラハイトの混在したものも認められ、内外面組織の均一化の効果は認められなかつた。

(6) 基地の組織: 120mmφ 試片の中央部の基地の組織は試験材の方がやや軟か目であつてフェライトの析出が多く、微細パーライト組織は少なくなつている。

(7) 試験材の材質上の改善: 精密引張試験の結果 (応力/伸) の値が小さくなつたこと、および基地組織が

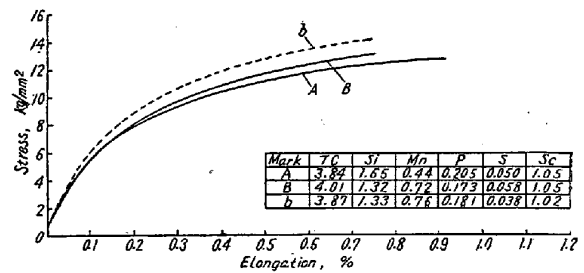


Fig. 1. Stress-strain curves of the test group for high-temperature melting  
Full line (Capital letter).....As treated  
Broken line (Small letter)....As non-treated

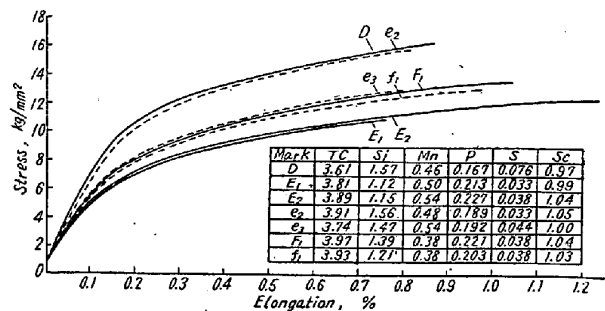


Fig. 2. Stress-strain curves for the inoculation test group.

軟か目となり硬度の低下した点はサーマルショックに対し有利だと思われる。

2. 試作鑄型の使用結果

試作鑄型の使用結果は Table 2 の通りである。

(1) K60D型: K社の高温溶解3本、接種1本およびL社の接種3本計7本を使用した。K社の試験型は何れも成績が不良であつて、クレージングによる内面の荒れも早く 50~60 回で小規模な剝落 (Spalling) がクレージングの境界に発生していた。Si 量がやや高く木炭銑を配合していない点が他社のものと異つている。L社の高温溶解鑄型はクレージングの進行がおそくやや良

Table 2. Comparison of lives of the mould

Mould types	Tests	Test mould		Non-treated mould, mean life
		Maker	Mean life	
K60D	High-temp. Inoc.	K	95.7	92.0
		L	142.7	137.8
		K	95	92.0
K68-2	Inoc.	N	196.3	193.0
		P	247.7	212.6

好な結果である。クレージグの模様は Si の低い L 社のものが小柄になつている。

(2) K68-2 型: P, N 両社の接種試験鑄型の成績は同一製造所の同一使用時期のものと比較すると, P 社では 16% 強, N 社では 1.7% の寿命増加を示した。N 社の不振の原因は Si がやや低目のためと思われる。クレージグの模様は一般に小柄であるが Si 量の低い N 社の方が更に小柄になつている。

(3) 総合結果: 高温溶解および接種試験を通じて木炭鉄配合を欠いたものは成績不良であつた。化学成分上 Si の高いものはクレージグが大柄である。地金配合および化学成分が適正であれば, 高温溶解および接種の何れかによつて, 若干の鑄型寿命の増加が期待される。従つて炉前分析を迅速に行えば Si の取鍋添加によつて鑄型材質の改善が可能なることを明示している。鑄型本体とは別鑄込の試片の試験結果と鑄型寿命の間に明確な関係は見出されないが, この主因は製造所別に鑄込温度, 鑄物砂, 砂付の厚さ等が異なるためであつて, 同一製造所内ではやはり (応力/伸) の値の小さいものが良好だと判断される。

#### IV. 結 言

鑄型材質の改善策として高温溶解および接種の試験を行つたが, 適切な操業を行えば高温溶解或いは接種によつて鑄型材質改善が可能である事, および黒鉛飽和度 1.0 前後のものでも高温溶解或いは接種の効果があることが判明した。ただ今回の試験では化学成分のばらつきがあつて, これを補うに足るだけの鑄型本数が不足しているので, 高温溶解および接種の特殊効果を明確にするためにはなお相当数の鑄型を試作して検討する必要があると思ふ。

#### 文 献

- 1) Brinkmann, G. and P. Tobis: Giesserei 29 (1942), pp. 317~20 & 340~41
- 2) 日本鉄鋼協会鑄物部会編「鋼塊用鑄型に関する研究」昭和 29 年 6 月, p. 19

## (20) 鋼のオーステナイト結晶粒度に及ぼす V の影響 (II)

### Effect of Vanadium on the Austenite Grain Size in Iron & Steel (II)

Kazuo Kunii, et alii

K.K. 神戸製鋼所 工高尾 善一郎  
理成田 貴一・工〇国井 和扶

#### I. 緒 言

前報<sup>1)</sup>において Fe-V, Fe-O-V, Fe-N-V 系のオーステナイト結晶粒度におよぼす V の影響について報告したが, 今回は C, O, N 等の共存する実用鋼の場合についての影響を検討し前報同様オーステナイト結晶粒の微細化および成長抑制作用を認めると共に鋼塊組織の改善に効果のあることを知つた。以下実験経過について簡単に報告したい。

#### II. 実験方法

電気炉鋼を対象としてまずタンマン炉にて C=0.2~0.9%, N=0.010~0.020%, O=0.010%, の炭素鋼を熔製しこれに工業用の Fe-V (V=40%) を用い V を 0~0.2% 添加し約 2kg の鋼塊を得, 結晶粒度におよぼす V の作用について共存の N, C, 並びに O との相関性を調べ実用鋼についての基礎的検討を行つた。一方 100K.V.A 塩基性高周波炉により C=0.3%, Mn=0.60%, Si=0.40%, P, S<0.010%, N=0.010%, O=0.010% なる炭素鋼を熔製し同様 V を 0~0.2% 添加して約 15kg の鋼塊を作り, 上記実験結果と比較検討した。

供試鋼は鋼塊の状態でデンドライト晶発達の状態を調べると共にオーステナイト結晶粒度についても検討し, 更に鍛造比 10 に鍛伸後の鍛材についてもオーステナイト結晶粒度を測定し鍛伸後の V の微細化作用を検討した。

オーステナイト結晶粒度の測定に際しては V 炭化物の影響を考慮して焼入法を採用したが一般に従来の慣習より滲炭法が広く用いられているので滲炭法による粒度測定を併用したが両者の測定法による現出粒度には事実上差異は認められなかつた。

#### III. 実験結果

##### 鋼塊組織

鋼塊組織は Photo. 1 (幻灯) に示す如く V の添加と共に柱状晶が消失する傾向が強くなり, また一次晶も, Photo. 2 (幻灯) および Fig. 1 に示す如く  $\Sigma V=0.04$